



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



A INTEGRAÇÃO DE BIG DATA E POWER-BI NA QUALIDADE: UMA PESQUISA - AÇÃO EM UMA EMPRESA MULTINACIONAL DO SETOR METALÚRGICO DO SUL DE MINAS GERAIS

MELYSSA MARIANO VASCONCELOS – mel.marianovasconcelos05@gmail.com
CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO EDUCACIONAL GUAXUPÉ -UNIFEG

DANIELE DOS REIS PEREIRA MAIA – danielerp@estudante.ufscar.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR

FABIANE LETICIA LIZARELLI - fabiane@dep.ufscar
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR

THAIS MOREIRA TAVARES – thaism0405@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR

ÁREA: 4. ENGENHARIA DA QUALIDADE

SUBÁREA: 4.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA QUALIDADE

RESUMO: A NECESSIDADE DAS EMPRESAS DE SE ADAPTAREM AO MERCADO COMPETITIVO ATUAL COMBINADO COM OS AVANÇOS TECNOLÓGICOS, FAZ COM QUE AS EMPRESAS ADOTEM NOVAS SOLUÇÕES PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. TRADICIONALMENTE, FERRAMENTAS DA QUALIDADE COMO 5W1H, DIAGRAMA ISHIKAWA E FLUXOGRAMA SÃO UTILIZADAS PARA MELHORAR PROCESSOS, MAS COM O SURGIMENTO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0, COMO O *BIG DATA*, SURGE A OPORTUNIDADE DE INTEGRAR *BUSINESS INTELLIGENCE* E ANÁLISE PREDITIVA PARA MELHOR TOMADA DE DECISÃO. O ESTUDO, BASEADO NO MÉTODO PESQUISA-AÇÃO, INVESTIGA O USO *BIG DATA*, *FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE DADOS*, COMO *POWER-BI* E FERRAMENTAS DA QUALIDADE NOS PROCESSOS PRODUTIVOS DE UMA GRANDE EMPRESA METALÚRGICA VISANDO A DIMINUIÇÃO DE DEFEITOS. A EMPRESA ANALISOU E REDUZIU NÃO CONFORMIDADES NA PRODUÇÃO DE CAÇAMBAS, FOCANDO NA CAUSA RAIZ DA BAIXA COBERTURA DE TINTA. OS RESULTADOS MOSTRARAM UMA SIGNIFICATIVA DIMINUIÇÃO DE DEFEITOS APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DE PLANOS DE AÇÃO BASEADOS EM DADOS ESTRATIFICADOS E ANÁLISES DETALHADAS RESULTANTE DA INTEGRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS. A APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE, COMO O DIAGRAMA DE *ISHIKWA*, OS CINCO PORQUÊS E O 5W1H COMBINADA COM A ANÁLISE PREDITIVA FORNECIDA PELO *BIG DATA* E APOIO DO *POWER-BI*, RESULTOU EM UM PROCESSO PRODUTIVO MAIS EFICIENTE E COM MONOS NÃO CONFORMIDADES. A INTEGRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS AUXILIA NA MELHORIA DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL E REFORÇA A CULTURA DE MELHORIA CONTÍNUA.

PALAVRAS-CHAVES: INDÚSTRIA 4.0; *BIG DATA*; *POWER BI*; MELHORIA CONTÍNUA; QUALIDADE

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a sobrevivência no mercado e a competitividade tem sido um dos maiores desafios organizacionais. Em um contexto de transformações rápidas e constantes, a adaptação é crucial para o sucesso (ROCHA; VIEIRA, 2016; BARRETO; NÓBREGA; ARAÚJO, 2020). Os avanços tecnológicos, as mudanças culturais e as demandas do mercado impulsionam essa necessidade de evolução constante (PENHAKI, 2019). Desta forma, é importante que as organizações busquem formas de inovar e aprimorar suas atividades, a fim de acompanhar as transformações, enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades que surgem neste ambiente dinâmico (ALVES FILHO, 2016, RODRIGUES, 2023).

Durante anos, as ferramentas da qualidade têm sido adotadas pelas empresas com o objetivo de melhorar os processos e garantir a qualidade dos produtos e serviços (OLIVEIRA, 2011; SADER, HUSTI; DAROCZI, 2022). O uso de ferramentas como 5W1H, Diagrama *Ishikawa* e Fluxograma proporcionam uma abordagem ampla e estruturada que possibilita analisar e propor melhores soluções aos processos produtivos (KIM *et al.*, 2022; PUTRI; UTAMA, 2024).

Entretanto, com o advento da Indústria 4.0 (I4.0) e o crescimento exponencial do *Big Data*, empresas em todo mundo possuem acesso a uma grande quantidade de dados provenientes de diversas fontes como, sensores e sistemas de monitoramento (MAIA, 2023; 2024). Esses dados possibilitam a transformação digital e impulsionam a evolução dos processos produtivos e a melhoria da qualidade dos produtos e serviços. Os recursos de *Big Data* permitem que as organizações colem, armazenem e processem grandes volumes de dados em tempo real (RANJAN; FOROPON, 2021). E com o uso de outras tecnologias, é possível extrair *insights*, identificar padrões ocultos, prever falhas e tomar melhores decisões (MAIA; LIZARELLI; GAMBI, 2023).

Ao encontro dessa tecnologia, o *Business Intelligence* (BI), com o apoio de técnicas e ferramentas, auxilia o suporte à tomada de decisões, dentre essas ferramentas está o *Power-Bi*, que auxilia o processamento e análise de *Big Data* (KHILARI; SINGH; MANE, 2022). Ferramentas de *Business Intelligence*, como *Power -BI*, oferecem recursos avançados de transformação e modelagem conjuntos de dados de *Big Data* (JHA; AGI; NGAI, 2020). Análises preditivas e análise de séries temporais podem ser aplicados aos dados de *Big Data* para obter *insights* mais profundos (MAIA; LIZARELLI; GAMBI, 2023). As organizações podem explorar e analisar os dados de maneira visualmente e intuitiva, facilitando a compreensão das informações e melhores decisões para os processos produtivos (DUQUE; GODINHO; VASCONCELOS, 2022).

Considerando a possível evidência do uso *Big Data*, ferramentas de *Business Intelligence* e de da qualidade para a melhoria dos processos, a presente pesquisa visa a aplicação de *Power-Bi* em

conjunto com ferramentas de qualidade, para a melhoria dos processos, por meio de um estudo de pesquisa-ação. É necessário aprofundar o entendimento sobre como a integração dessas abordagens apoiam a melhor tomada de decisão e a melhoria dos processos produtivos.

Para atingir os objetivos propostos, o artigo está estruturado em 5 seções. A primeira seção introduz o estudo, apresentando sua justificativa e objetivos. Na segunda seção, são discutidos os conceitos fundamentais das abordagens adotadas. A terceira seção detalha o método de pesquisa utilizado no estudo. A quarta seção aborda o processo de investigação, assim como os principais resultados. A quinta seção apresenta as conclusões do estudo assim como, as implicações acadêmicas e gerenciais da pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção aborda os conceitos *Power-bi*, *Big Data*, Fluxograma, 5W1H, *Diagrama Ishikawa* e cinco Porquês.

2.1 Power BI

Business Intelligence (BI), desenvolvido por Howard Dresner em 1989, refere-se a um conjunto de métodos e ferramentas tecnológicas destinadas a melhorar a tomada de decisões empresariais através da coleta, tratamento e armazenamento de dados úteis (ALASIRI; SALAMEH, 2020). BI não é apenas uma ferramenta específica, mas um conjunto de técnicas e definições que permitem modelar dados e criar visualizações, conectando-se a várias fontes, como bancos de dados e planilhas (ASPIN, 2017). Este conjunto de ferramentas apoia o processamento de análises de dados e facilita a tomada de decisões com visualizações intuitivas e comunicativas (SOUSA *et al.*, 2021). Segundo Olexova *et al.* (2014) as principais vantagens do uso de BI incluem economia de tempo, estratégias e planos de ação melhores, rapidez nas decisões, eficiência nos processos e redução de custos. SOUSA *et al.* (2021) acrescenta que o *Power BI* auxilia no planejamento da gestão, diminuindo riscos e erros, ao compactar dados em gráficos e análises para uma gestão mais assertiva.

2.2 Big Data

A tecnologia *Big Data* surgiu em meados de 2010, tornou-se essencial para a gestão de grandes quantidades de dados de origens e formatos variados, frequentemente gerados de forma contínua. É definido por sete critérios classificados como 7Vs: Volume, Velocidade, Variedade, Veracidade, Valor, Variabilidade e Visualização (FAROUKHI *et al.*, 2020). Seus recursos incluem a infraestrutura e os sistemas de informações em grandes conjuntos de dados que superam a capacidade das ferramentas tradicionais de *softwares* de banco de dados para capturar, armazenar, gerenciar e analisar (BELHADI

et al., 2020). A tecnologia permite uma melhor tomada de decisão, além de soluções inovadoras para organizar, aprender e inovar (WAMBA *et al.*, 2015). Crucial para a tomada de decisões, com a velocidade sendo um diferencial competitivo importante na transformação de dados em informações em tempo real (BELHADI *et al.*, 2020; GUPTA; MODGIL; GUNASEKARAN, 2020).

2.3 Ferramentas da Qualidade

2.3.1 Fluxograma

O fluxograma é uma ferramenta de gestão que representa graficamente as fases e decisões de um processo, permitindo uma visão completa e detalhada de suas etapas (ARCENTALES-CARRION *et al.*, 2020). A ferramenta é aplicável a diversos tipos de fluxos sequenciais, como atividades de projetos, processos de fabricação e sistemas de dados. O fluxograma utiliza símbolos gráficos para representar decisões e a execução sequencial de um processo (KRAJEWSKI *et al.*, 2016). E a descrição do processo ocorre por meio de caixas, o que é essencial para a padronização e compreensão integral dos processos (PIECHNICKI; KOVALESKI, 2011).

2.3.2 5W1H

A ferramenta 5W1H consiste em um plano de ação com atividades pré-estabelecidas que (SILAMBI; INDIYANTO, 2024). Indicada para planos de ação, os 5W correspondem às seguintes palavras do inglês: *What* (o que); *Who* (quem); *Where* (onde); *When* (quando) e *Why* (por que), e 1H é definido por *How* (como) (ALMEIDA *et al.*, 2020). A ferramenta proporciona clareza e estruturação no desenvolvimento de processos operacionais, é amplamente reconhecida pela capacidade de facilitar a comunicação e a coordenação entre as equipes (KIM *et al.*, 2022). E quando utilizada em conjunto com outras ferramentas da qualidade, como o *Diagrama de Ishikawa* e o Ciclo PDCA, potencializa a análise crítica e o planejamento estratégico, promovendo cultura de melhoria contínua dentro das organizações (DOS ANJOS MARTINS *et al.*, 2019; PUTRI; UTAMA, 2024).

2.3.3 Diagrama Ishikawa

Criado em 1943 pelo engenheiro químico Kaoru Ishikawa, o diagrama de *Ishikawa*, também conhecido como diagrama de causa e efeito, é uma ferramenta visual projetada para ser compreendida por todos os níveis de uma organização, desde colaboradores de fábrica até a diretoria (TOLEDO *et al.*, 2014; ANDRÉ, 2017). Utilizado com frequência para identificar causas raízes que impactam a produtividade, este diagrama facilita o entendimento dos processos de qualidade e é particularmente eficaz em ambientes industriais para verificar a capacidade qualitativa de produtos e processos

(RODRIGUES, 2023). Segundo Fornari Júnior (2010), o método envolve identificar um problema específico, relacionar suas possíveis causas e registrá-las no diagrama, agrupando-as em categorias como máquina, método, materiais e mão-de-obra. A análise do diagrama permite identificar as causas principais e definir ações corretivas (TOLEDO *et al.*, 2014). A ferramenta é destacada por sua simplicidade e eficácia. A construção do diagrama começa com a nomeação do problema, seguida pela criação da "espinha de peixe". Depois, realiza-se um *brainstorming* para levantar as possíveis causas, que são então divididas em categorias e sub causas (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

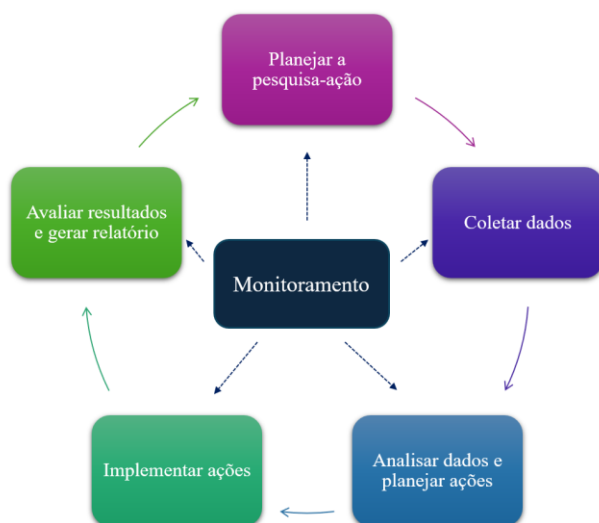
2.3.4 Cinco Porquês

A técnica dos Cinco Porquês, desenvolvida na Toyota em 1970, é uma ferramenta de qualidade usada até hoje para identificar a "causa-raiz" de problemas (BARSALOU; PERKIN, 2024). Seu objetivo é descobrir a causa mais importante de um defeito ou questão, através de uma análise crítica das causas subjacentes (PERNSTÅL *et al.*, 2019). O método consiste em perguntar "por quê?" repetidamente, começando com a descrição clara do problema e continuando a questionar a causa de cada resposta subsequente até que a causa fundamental seja revelada, geralmente na quinta pergunta (WEISS, 2011; PERNSTÅL *et al.*, 2019). Desta forma, a técnica permite uma análise crítica e detalhada, direcionando a solução diretamente para a origem mais profunda do problema (BARSALOU; PERKIN, 2024).

3. MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa-ação, um estudo empírico voltado para a resolução de problemas coletivos, envolve participantes representativos da situação ou do problema que estão envolvidos de forma cooperativa e visa abordar questões dentro de uma organização (COUGHLAN; COUGHLAN, 2009). Trata-se de um método qualitativo emergente que permite ao pesquisador aprofundar seu entendimento sobre um fenômeno e estabelecer questões de pesquisa significativas (MACDONALD, 2012). O processo inclui cinco etapas: planejamento (definindo o contexto e a estrutura teórica), coleta de dados (por meio de discussões e observações), análise dos dados (para mensurar ações), planejamento e implementação de ações, e avaliação dos resultados, documentando todo o processo em relatórios, como apresentado na Figura 1.

FIGURA 1 – Etapas de pesquisa-ação



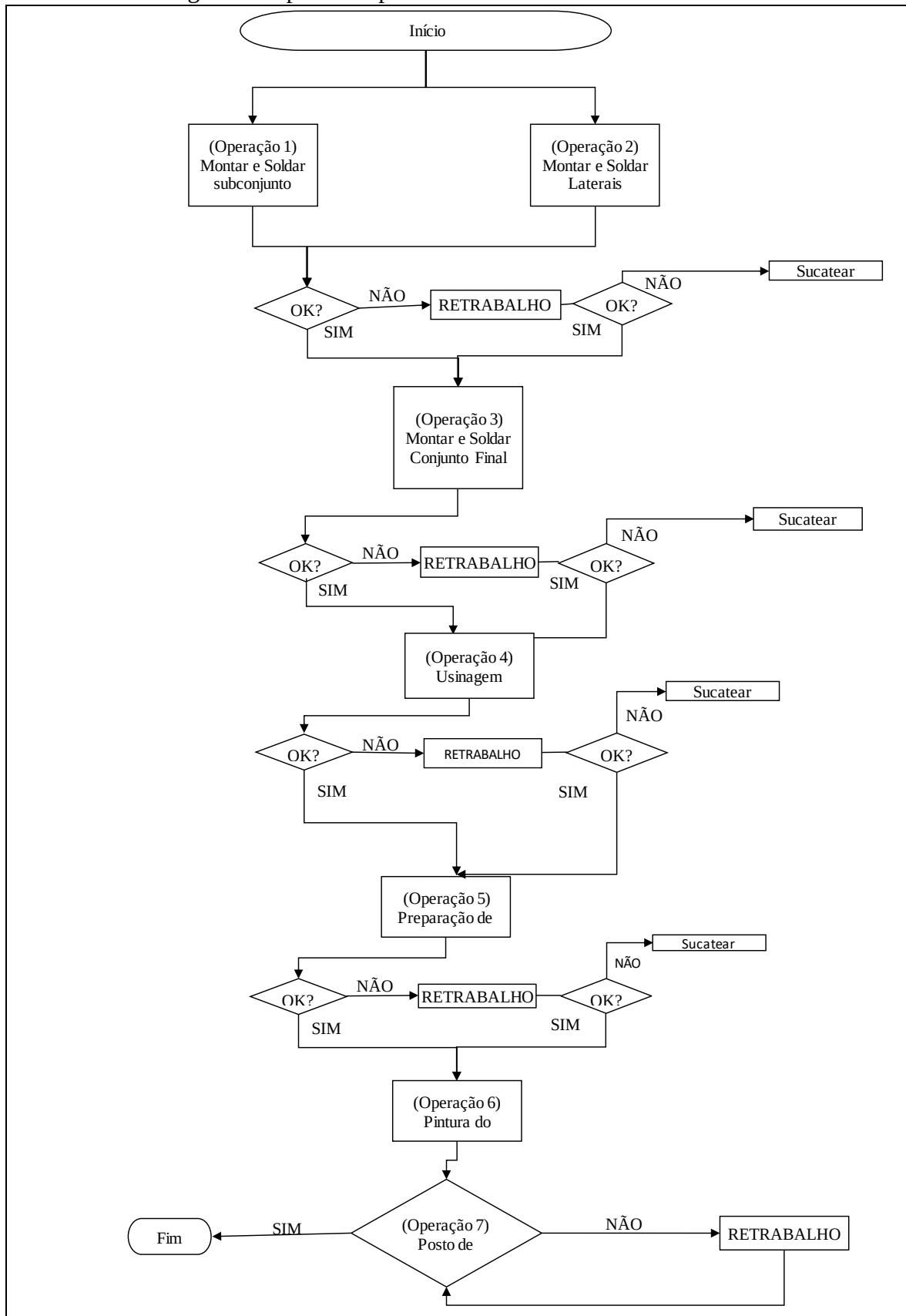
Fonte: Adaptado de Coughlan e Coughlan (2002, 2009)

O estudo foi realizado em uma grande empresa metalúrgica no Sul de Minas Gerais, com cerca de 800 funcionários, para abordar problemas de defeitos no processo produtivo de caçambas, seguindo as seis etapas da pesquisa-ação, conforme Coughlan e Coughlan (2009). A primeira etapa envolveu o planejamento do estudo, com um levantamento teórico para embasar o projeto (apresentado na seção 2), assim como, identificar necessidades e expectativas e relatar as principais falhas, que foi identificado como um alto número de defeitos no processo produtivo. A coleta de dados utilizou análises documentais no *Microsoft Excel* e *Big Data* e *Power-bi* para listar e categorizar os defeitos do processo produtivo. Com base na análise dos dados, foram planejadas e implementadas ações de melhoria após a identificação das causas, utilizando o diagrama de *Ishikawa*, os Cinco Porquês, as ações foram implementadas após planejamento por meio da ferramenta 5W1H. Na etapa final, de avaliação de resultados e geração de relatório, foi feita uma revisão completa do processo, identificando que a implantação das ações resultou em melhorias significativas para todo o ciclo produtivo.

4. RESULTADOS

O fluxograma ilustrado na Figura 2 representa os processos de fabricação da caçamba, desde o início ao término, demonstrando as etapas que são realizadas no processo produtivo. Para quaisquer modelos de caçambas, elas passam pelo mesmo processo produtivo, sendo que o que as diferencia são a sua cor, nem sempre todas as caçambas são pintadas da mesma cor, uma vez que está é uma solicitação de cada cliente. Porém, o processo apresentava uma grande porcentagem de defeitos, o que indicou a necessidade de uma análise de dados mais profunda para identificar a causa-raiz dos defeitos.

FIGURA 2- Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Elaborado pelos autores

Para auxiliar na análise dos defeitos no processo de produção, em 2023, a empresa implementou o *Power-bi*. A ferramenta permitiu estratificar os dados de maneira dinâmica, proporcionando uma visão holística das não conformidades detectadas na linha de produção de caçambas. Além disso, a empresa começou a coletar e analisar grandes volumes de dados em tempo real provenientes de sensores instalados em cada etapa do processo de produção das caçambas. Esses dados foram armazenados e processados usando plataformas de *Big Data*, permitindo a identificação de padrões e tendências. Através do *Power-bi*, foi possível detectar e visualizar a quantidade excessiva de falhas. A ferramenta, juntamente com outras ferramentas de qualidade, melhorou a análise e a repetitividade das não conformidades, resultando em um processo produtivo mais eficiente.

Com base nas rejeições, foram coletados dados de dois modelos de caçamba, os mais produzidos na empresa e os que apresentavam maiores defeitos no processo produtivo conforme a Figura 3. Desta forma, foram analisados todos os apontamentos dos anos de 2023 e 2024, o que permitiu entender que as maiores não conformidades detectadas ocorreram no processo de pintura, especificamente baixa cobertura de tinta, em ambos os modelos. A análise de *Big Data* revelou correlações entre variáveis do processo de pintura e a incidência de baixa cobertura de tinta, incluindo fatores como temperatura e umidade no ambiente de pintura, a viscosidade da tinta, e a velocidade de aplicação.

FIGURA 3- Não conformidades detectadas nos produtos X e Y no período de 2023 e 2024



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Foi realizada uma coleta de dados através dos apontamentos de defeitos, revelando que a "baixa cobertura de tinta" foi o maior motivo de rejeição, com 101 não conformidades detectadas nos dois modelos de caçambas. A análise da frequência desse defeito foi conduzida para os anos de 2022, 2023 e 2024. A Figura 4 mostra que a ocorrência de baixa cobertura de tinta variou mensalmente. Os dados desses três anos foram coletados e somados mensalmente, destacando a oscilação na frequência dos defeitos ao longo do período analisado.

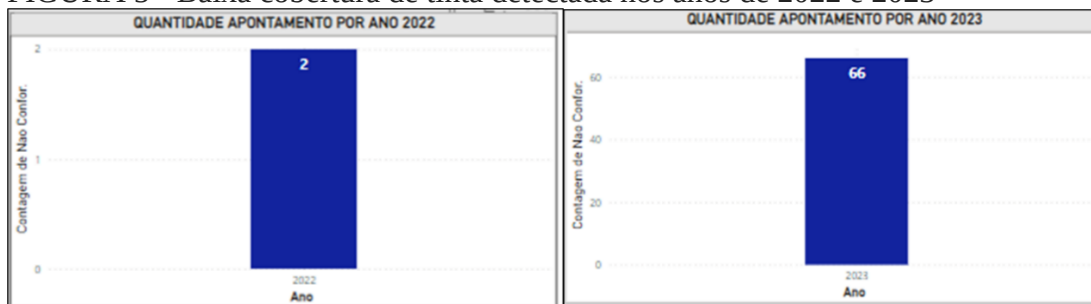
FIGURA 4 – Quantidade de apontamentos



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Além disso, foram coletados dados adicionais sobre a baixa cobertura de tinta durante os anos de 2022 e 2023, conforme ilustrados na Figura 5.

FIGURA 5 - Baixa cobertura de tinta detectada nos anos de 2022 e 2023

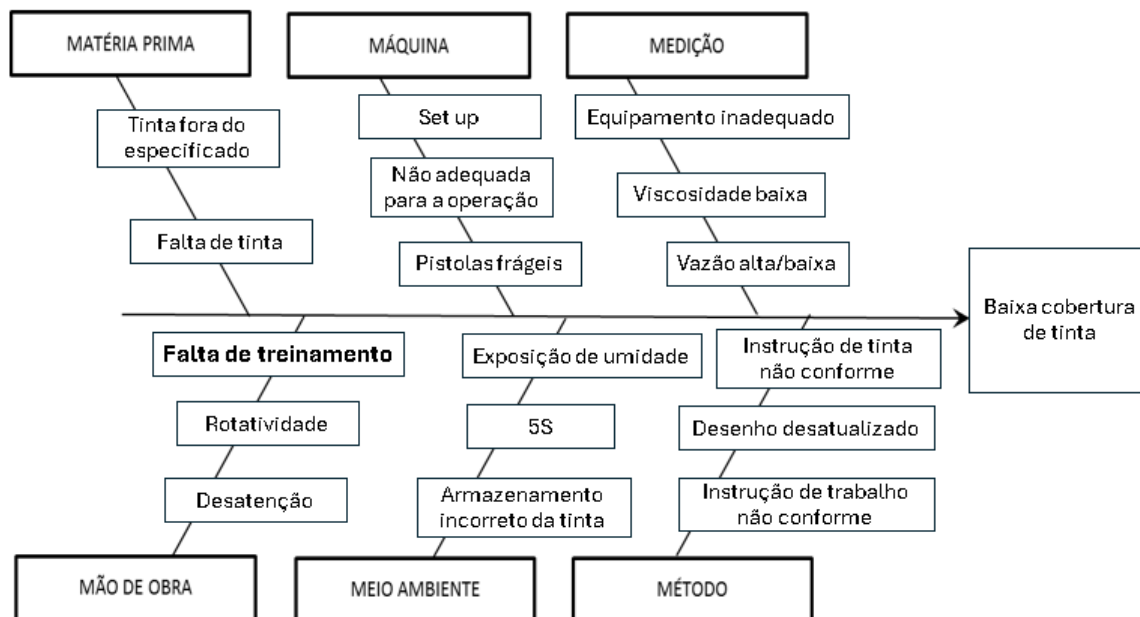


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Conforme o gráfico foi possível observar que a frequência com que a baixa cobertura de tinta ocorreu. Em 2022 foram detectados somente 2 defeitos, já no ano de 2023 a frequência da baixa cobertura de tinta foi maior. Os dois modelos de caçamba mostraram o mesmo tipo de não conformidade, gerado no processo de pintura.

Diante dos dados apresentados, foi usada a ferramenta Diagrama *Ishikawa* para a detecção da causa raiz do problema. Nesta etapa foram levantadas 17 causas, no entanto a equipe da empresa eliminou 16 possíveis causas, podendo chegar na real ocorrência, Figura 6.

FIGURA 6- Diagrama *Ishikawa* para a detecção da causa raiz do problema



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Após identificar a causa raiz (falta de treinamento); utilizou-se a ferramenta dos Cinco Porquês, conforme ilustrado no Quadro 1, para identificar a causa-raiz. O objetivo foi determinar por que o problema ocorreu, por que a falha não foi detectada e por que o sistema permitiu que a falha acontecesse.

QUADRO 1- Cinco porquês

	1º Por que (Why)	2º Por que (Why)	3º Por que (Why)	4º Por que (Why)	Causa Raiz
Por que o problema ocorreu? (Occurrence)	Falta de treinamento	Operador em fase de aprendizado	Operador recém contratado	Aumento da demanda de fabricação	Operador com pouca experiência na aplicação da pintura.
Por que o problema não foi detectado? (No detection)	A não conformidade está sendo detectada	Porque faz parte do <i>check list</i> de inspeção a verificação da camada de tinta.			Não há Causa Raiz para detecção, pois os defeitos estão sendo detectados internamente.
Falha Sistêmica	Porque foi liberado o operador a operação sem que o mesmo estivesse totalmente hábito a aplicação da pintura.	Necessidade de atender a eficiência e entrega nos prazos.			Falha na gestão de treinamento dos operadores recém contratados.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Com base nas informações de *Big Data*, foram desenvolvidos modelos preditivos para antecipar defeitos antes que eles ocorressem, permitindo ajustes proativos no processo. A integração de *Big Data* com *Business Intelligence*, facilitou a visualização desses *insights* de maneira intuitiva.

Por fim, com base nos dados estratificados, foi aplicada a ferramenta 5W1H como plano de ações corretivas visando melhorias na detecção das falhas no processo produtivo das caçambas, visando minimizar a ocorrência das não conformidades, conforme demonstrada no Quadro 2.

QUADRO 2- 5W1H detecção de falhas

Defeito detectado: baixa cobertura de tinta								
	What	Who	When	Where	How	Why	How much	
Ação para falha da ocorrência	Realizar treinamento	Engenharia industrial de processo	Anual	“DOJO” de treinamento técnico	Aplicação de pintura em placas “corpo de prova” para aprimorar a técnica do operador na prática.	Permitir ao mesmo ter habilidades suficientes para obter uma aplicação na operação de manufatura dos produtos.	20/05/2024	
Ação para falha sistêmica	Revisar Matriz de habilidade dos operadores	Gestão da produção	Mensal e quando houver contratações	Sistema da empresa	Reavaliando o avanço dos operadores nas habilidades que o mesmo executa/ ou onde está sendo remanejado dentro da fabricação.	Garantir que não ocorra operações na fabricação sem que o operador esteja totalmente hábito a execução da técnica do que está operando.	22/05/2024	

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

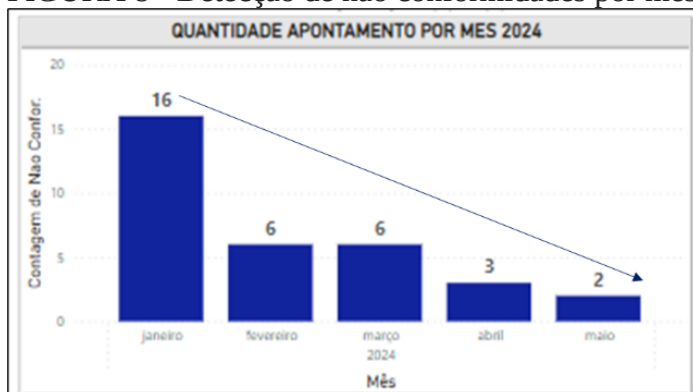
Com base nas ferramentas utilizadas para o plano de ação visando a redução da detecção de não conformidades no processo produtivo das caçambas, as Figuras 7 e 8 ilustram os gráficos do *Power-bi* que apresentam os dados coletados sobre os registros de defeitos após a implementação das medidas para solucionar o problema. Conforme ilustrado, após a aplicação do plano de ação, observou-se uma diminuição nos defeitos, evidenciando resultados positivos e satisfatórios no processo.

FIGURA 7 - Detecção de não conformidades por ano



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

FIGURA 8 - Detecção de não conformidades por mês



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Perante a aplicação das medidas preventivas de plano de ação, foi possível observar que nos dados estratificados de 2024 após as medidas serem aplicadas, os defeitos diminuiram. Portanto, obteve-se um declínio das não conformidades detectadas no processo produtivo em estudo.

5. CONCLUSÃO

A integração de ferramentas tradicionais de qualidade com as tecnologias emergentes da Indústria 4.0, como *Big Data* e ferramentas do *Business Intelligence*, demonstrou ser uma abordagem poderosa para melhorar a eficiência dos processos produtivos. Este estudo teve como objetivo investigar o impacto da aplicação dessas tecnologias nos processos de fabricação de caçambas, com foco na redução das não conformidades detectadas, especificamente a baixa cobertura de tinta. O método adotado foi a pesquisa-ação, permitindo uma análise detalhada e a implementação de soluções.

A coleta de dados foi realizada através de sensores e sistemas de monitoramento contínuo, permitindo o armazenamento e a análise de grandes volumes de dados usando plataformas de *Big Data*. Esses dados foram então visualizados e analisados utilizando ferramentas de *Business Intelligence*, como o *Power-bi*, para identificar padrões e tendências.

Os principais resultados do estudo mostraram que, após a implementação das ações corretivas baseadas nos dados analisados, houve uma significativa diminuição nos defeitos de produção. A aplicação das ferramentas de qualidade, como o *Diagrama de Ishikawa*, os Cinco Porquês e o 5W1H, combinadas com a análise preditiva fornecida pelo *Big Data*, resultou em um processo produtivo mais eficiente e com menos não conformidades.

Apesar dos resultados positivos, o estudo apresenta algumas limitações. Primeiramente, a dependência de dados históricos pode não capturar totalmente as variações futuras no processo

produtivo. Além disso, a implementação de tecnologias avançadas como *Big Data* e *Business Intelligence* requer um investimento significativo em infraestrutura e treinamento.

A aplicação de *Big Data* e *Power BI* em conjunto com as ferramentas da qualidade não só melhorou a eficiência operacional, mas também incentivou a cultura de melhoria contínua. Os gestores podem utilizar os *insights* obtidos para tomar decisões mais informadas e proativas, enquanto as equipes de produção podem se beneficiar de um ambiente de trabalho mais estruturado e eficiente. Este estudo destaca a importância de uma abordagem integrada e orientada por dados para enfrentar os desafios dinâmicos do mercado, promovendo a inovação e a excelência em qualidade nos processos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Diana et al. Evolving trends in next-generation probiotics: a 5W1H perspective. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 60, n. 11, p. 1783-1796, 2020.

ALVES FILHO, **Criatividade e desenvolvimento de competências gerenciais em empresas de base tecnológica**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Universidade Federal de Paraíba.

ARCENTALES-CARRION, Rodrigo et al. Process mapping and modeling: a theoretical tool analysis. **Test Engineering and Management**, v. 83, p. 25914-25925, 2020.

ASPIN, Adam. **Pro Power BI Desktop**. Apress, 2017.

BARRETO, Mercia Cristilely; NÓBREGA, Kleber Cavalcanti; ARAÚJO, Patrícia Silva Rebouças. Competências Essenciais como Vantagem Competitiva: O Desafio das Micro e Pequenas Empresas (MPE'S). **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Administração da UnP**, v. 12, n. 1, p. 35-46, 2020.

BARSALOU, Matthew; PERKIN, Robert. INQUIRY INTO THE USE OF QUALITY TOOLS FOR ROOT CAUSE ANALYSIS. **Proceedings on Engineering**, v. 6, n. 1, p. 127-138, 2024.

BELHADI, Amine et al. The integrated effect of Big Data Analytics, Lean Six Sigma and Green Manufacturing on the environmental performance of manufacturing companies: The case of North Africa. **Journal of Cleaner Production**, v. 252, p. 119903, 2020.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços, uma abordagem estratégica**. 3 ed. São Paula: Atlas, 2012.

COUGHLAN, P.; COCOGHLAN, D. Action Research. In: KARLSSON, C. (ed.). **Researching operations management**. Routledge: New York-London: 2009.

COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.

DOS ANJOS MARTINS, Andréa Cláudia et al. Method of Problem Analysis and Solving applied to Quality and Productivity in a Furniture Industry. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 6, n. 5, p. 587-610, 2019.

DUQUE, Jorge; GODINHO, António; VASCONCELOS, José. Knowledge data extraction for business intelligence A design science research approach. *Procedia Computer Science*, v. 204, p. 131-139, 2022.

FAROUKHI, Abou Zakaria et al. Big data monetization throughout Big Data Value Chain: a comprehensive review. **Journal of Big Data**, v. 7, n. 1, p. 1-22, 2020.

FORNARI JUNIOR, C. C. M. Aplicação da Ferramenta da Qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no Desenvolvimento de Pesquisa para a reutilização dos Resíduos Sólidos de Coco Verde. **Revista Inovação, Gestão e Produção**, v. 2, n. 9, p. 104-112. 2010.

GUPTA, S.; MODGIL, S.; GUNASEKARAN, A. Big data in lean six sigma: a review and further research directions. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 3, p. 947–969, 2020.

GUPTA, S.; MODGIL, S.; GUNASEKARAN, A. Big data in lean six sigma: a review and further research directions. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 3, p. 947–969, 2020.

JHA, Ashish Kumar; AGI, Maher AN; NGAI, Eric WT. A note on big data analytics capability development in supply chain. **Decision Support Systems**, v. 138, p. 113382, 2020.

KHILARI, Dr Sunil; SINGH, Chandrani; MANE, Mr Bharat. Business Intelligence Tool-Power BI for Performance Management. **Available at SSRN 4177482**, 2022.

KIM, Kookjin et al. Study on prioritization of actions by classifying and quantifying cyber operational elements using 5w1h method. **IEEE Access**, v. 10, p. 74765-74778, 2022.

KRAJEWSKI, Lee J.; MALHOTRA, Manoj K.; RITZMAN, Larry P. Operations management. **Processes and Supply Chains**, Harlow: Pearson, 2016.

M ALASIRI, Mohanad; SALAMEH, Anas A. The impact of business intelligence (BI) and decision support systems (DSS): Exploratory study. **International Journal of Management**, v. 11, n. 5, 2020.

MACDONALD, Cathy. Understanding participatory action research: A qualitative research methodology option. **The Canadian Journal of Action Research**, v. 13, n. 2, p. 34-50, 2012.

MAIA, Daniele dos Reis Pereira; LIZARELLI, Fabiane Letícia; GAMBI, Lillian do Nascimento. Six Sigma, Big Data Analytics and performance: an empirical study of Brazilian manufacturing companies. **Total Quality Management & Business Excellence**, p. 1-23, 2024.

MAIA, Daniele dos Reis Pereira; LIZARELLI, Fabiane Letícia; GAMBI, Lillian Do Nascimento. Industry 4.0 and Six Sigma: a systematic review of the literature and research agenda proposal. **Benchmarking: An International Journal**, 2023.

OLEXOVA, Cecilia et al. Business intelligence adoption: a case study in the retail chain. **WSEAS transactions on business and economics**, v. 11, n. 1, p. 95-106, 2014.

OLIVEIRA, José Augusto de et al. Um estudo sobre a utilização de sistemas, programas e ferramentas da qualidade em empresas do interior de São Paulo. **Production**, v. 21, p. 708-723, 2011.

PENHAKI, Juliana de Rezende et al. **Soft skills na indústria 4.0**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PERNSTÄL, Joakim et al. FLEX-RCA: a lean-based method for root cause analysis in software process improvement. **Software Quality Journal**, v. 27, p. 389-428, 2019.

PIECHNICKI, A. S.; KOVALESKI, J. L. Roteiro de Aplicação do Masp: um Estudo de Caso na Indústria Madeireira. In: SIMPÓSIO DE EXCELENÇA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 8., 2011, Resende. **Anais do SEGET. Resende**: 2011, p.1-12.

PUTRI, Sylvania; UTAMA, Akbar Adhi. Reliability improvement process case study: PT HMS Tbk. **Journal of Multidisciplinary Academic Business Studies**, v. 1, n. 4, p. 427-446, 2024.

RANJAN, Jayanthi; FOROPON, Cyril. Big data analytics in building the competitive intelligence of organizations. **International Journal of Information Management**, v. 56, p. 102231, 2021.

ROCHA, Andréia de Fátima Ribeiro; VIEIRA, Almir Martins. Aprendizagem organizacional e inovação de produtos: estudo em empresas de base tecnológica do vale da eletrônica (MG). **Caderno Profissional de Administração da UNIMEP**, v. 6, n. 1, p. 108-131, 2016.

RODRIGUES, Ana Paula. **Implantação de fablabs e makerspaces: inovando a educação 4.0 em ambientes não-formais**. 2023. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SADER, Sami; HUSTI, Istvan; DAROCZI, Miklos. A review of quality 4.0: Definitions, features, technologies, applications, and challenges. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 33, n. 9-10, p. 1164-1182, 2022.

SILAMBI, Yobel; INDIYANTO, Rus. Lean Manufacturing Analysis to Minimize Waste on The Production Process. **Indonesian Journal of Computer Science**, v. 13, n. 1, 2024.

SIQUEIRA, Lucas Ruma. **Business Intelligence e Big Data**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação) – Pitágoras, Contagem, 2022.

SOUSA, Regina et al. Software tools for conducting real-time information processing and visualization in industry: An up-to-date review. **Applied Sciences**, v. 11, n. 11, p. 4800, 2021.

TOLEDO, J. C.; BORRÁS, M. A. A.; MERGULHÃO, R. C.; MENDES, G. H. S. **Qualidade – Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

WAMBA, Samuel Fosso et al. How ‘big data’ can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. **International journal of production economics**, v. 165, p. 234-246, 2015.

WEISS, A.E. **Key business solutions: essential problem-solving tools and techniques that every manager needs to know**. Grã-Bretanha: Pearson Education Limited, 2011.